

10/521 521 822
Rec'd I.P.T.O 21 JAN 2005

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
5 février 2004 (05.02.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/012299 A2

(51) Classification internationale des brevets⁷ : H01Q 7/00

(74) Mandataire : SCHMIT, Christian, Norbert; 8, place du Ponceau, F-95000 Cergy (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2003/050020

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(22) Date de dépôt international : 24 juillet 2003 (24.07.2003)

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(25) Langue de dépôt : français

Publiée :

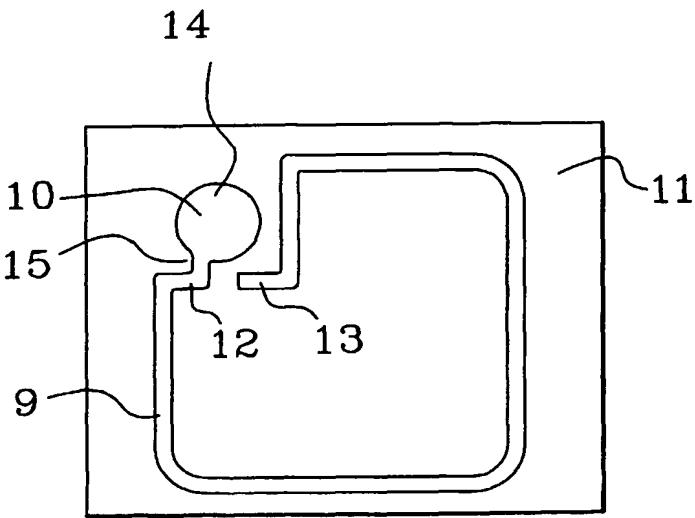
(26) Langue de publication : français

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: CAPACITIVE ANTENNA AND METHOD FOR MAKING SAME

(54) Titre : ANTENNE CAPACITIVE ET PROCÉDÉ DE RÉALISATION



(57) Abstract: The invention concerns a method for making a capacitive antenna (4) by performing a gravure process on the antenna comprising a single turn (9) connected to a capacitor (10), the turn and the capacitor being printed by a gravure process with a conductive ink. The use of a dielectric ink for the gravure process also enables a dielectric thickness (16) to be obtained between two conductive electrodes (14, 17) printed by gravure process. The capacitance of the capacitor is determined on the basis of the antenna inductance, the frequency of communication and the law of resonance whereto a chip (3) connected to said antenna (4) is subjected.

(57) Abrégé : Procédé de réalisation d'une antenne (4) capacitive par héliogravure l'antenne comportant une spire unique (9) reliée à un condensateur (10), la spire et le condensateur étant imprimés par héliogravure avec une encre conductrice. Une épaisseur (16) de diélectrique entre deux électrodes (14, 17) conductrices du condensateur imprimées par héliogravure est également obtenue par

WO 2004/012299 A2

héliogravure en utilisant une encre diélectrique. La capacité du condensateur est déterminée en fonction de l'inductance de l'antenne, de la fréquence de communication et de la loi de résonance à laquelle est soumis une puce (3) reliée à cette antenne (4).



En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Antenne capacitive et procédé de réalisation

La présente invention a pour objet une antenne capacitive et un procédé de réalisation d'une telle antenne. Elle trouve plus particulièrement 5 son utilisation dans le domaine des applications liées aux technologies de communication sans fil, notamment aux applications d'identification radiofréquence (RFID). Ces applications sont par exemple mises en œuvre pour l'identification automatique et la transmission de données dans les domaines du contrôle d'accès ainsi que de la gestion électronique de 10 données. En matière de contrôle d'accès et ou de porte monnaie électronique, les applications sont par exemple dans le cadre des billets de transports en commun, des péages d'autoroutes, des tickets de parkings, des billets d'avion. De nombreuses sociétés ont également développé des moyens d'identification de leur personnel, ou de leur clientèle, par carte à 15 puce sans contact.

On compte à ce jour deux bandes principales de fréquences mises à profit pour les applications d'identification par radio fréquence : les basses fréquences aux alentours de 125 kHz et les moyennes fréquences aux alentours de 13,56 MHz. Les valeurs de ces fréquences sont généralement 20 fixées et correspondent à des normes internationales. Pour mettre en œuvre cette technologie, on utilise principalement un dispositif de lecture capable de communiquer avec un dispositif nomade porté par un utilisateur. La communication s'effectue par couplage électromagnétique à distance entre une antenne logée dans le dispositif nomade et une deuxième antenne 25 disposée dans le dispositif de lecture.

Le dispositif nomade, ou transpondeur, comporte généralement un support sur lequel sont présentés un dispositif électronique pour élaborer, stocker et traiter des informations, par exemple une puce, et la première antenne avec laquelle le dispositif est relié. Il se présente généralement sous 30 la forme d'une carte de crédit au format ISO ou d'une étiquette souple ("Tag").

Globalement, le prix d'une puce est proportionnel à la surface de silicium utilisée pour loger le microprocesseur, les zones mémoires et les condensateurs. Pour faire baisser de façon significative le coût de l'antenne 35 et du micropackaging de la puce, il est connu dans l'état de la technique de

chercher à diminuer la taille de la puce en diminuant l'encombrement généré par les condensateurs. On utilise donc des puces comportant des condensateurs de faible encombrement et ayant des capacités moindres.

Par conséquent, en parallèle de la diminution de la taille de la puce, à 5 inductance de l'antenne constante, il devient nécessaire que le support présente par ailleurs un autre condensateur pour que la loi de résonance du dispositif soit respectée. Le fonctionnement optimal du dispositif est obtenu à la résonance, lorsque les caractéristiques des différents composants de ce dispositif respectent la loi de résonance suivante:

10 $L_a C_p \omega^2 = 1$ où

L_a correspond à l'inductance de l'antenne,

C_p correspond à la capacité du dispositif, et

$\omega = 2\pi f$ correspond à la pulsation et se calcule en fonction de la fréquence (f) choisie pour l'échange de signaux.

15 Comme il est décrit dans le document WO-A-01/50547, il est connu de prévoir une deuxième capacité en parallèle de la puce et de l'antenne. Cette deuxième capacité permet de compenser le fait que la capacité de la puce soit moindre. Notamment ce document enseigne de sérigraphier le condensateur de la même manière que l'antenne est sérigraphiée.

20 La sérigraphie est dérivée de la technique d'impression au pochoir. Il s'agit d'un procédé d'impression à l'aide d'un écran constitué par un cadre sur lequel est tendu un tissu à maille. Le tissu est généralement constitué de fibre synthétique comme le nylon ou le polyester. Cet écran, appliqué sur le support, reçoit l'encre qui, poussée par une raclette, passe à travers les 25 mailles libres pour réaliser l'impression. L'épaisseur du dépôt imprimé est irrégulière.

Les dispositifs de l'état de la technique posent un problème. En effet, ils permettent d'utiliser des puces plus petites et donc moins chères, mais par contre, ces dispositifs imposent certaines contraintes sur la réalisation de 30 l'antenne. L'antenne est sérigraphiée sur un support. Généralement l'antenne comporte plusieurs spires de telle sorte que le premier plot de l'antenne se trouve à l'intérieur des spires, alors que le deuxième plot de l'antenne se trouve à l'extérieur des spires. Pour connecter la puce et le deuxième condensateur en parallèle de l'antenne, il est nécessaire de relier le 35 condensateur à chacun des deux plots de l'antenne.

Le problème est essentiellement posé dans l'état de la technique par le fait que l'antenne comporte obligatoirement plusieurs spires, étant données les capacités des condensateurs et la loi de résonance à respecter. Le deuxième condensateur est sérigraphié à l'extérieur du centre des spires 5 pour éviter de nuire aux flux traversant et donc à l'inductance de l'antenne. Par conséquent ce deuxième condensateur est facilement connecté au plot extérieur de l'antenne. Pour le connecter au plot intérieur de l'antenne, il est nécessaire de réaliser un pont isolant au dessus des spires au niveau desquelles une liaison conductrice peut ensuite être sérigraphiée.

La réalisation de ce pont est contraignante et rajoute des étapes supplémentaires au procédé de fabrication de l'antenne. Avec la technique de sérigraphie, les condensateurs qui peuvent être obtenus ont une capacité intermédiaire. Cette capacité ne vient pas totalement compléter la diminution de la capacité interne de la puce. Par conséquent pour que la loi de 15 résonance soit respectée, il est nécessaire d'augmenter l'inductance de l'antenne, ce qui est obtenu en augmentant le nombre de spires, et en imposant la réalisation d'un pont pour connecter cette antenne multispires au deuxième condensateur sérigraphié.

Dans l'état de la technique on connaît des condensateurs ayant une 20 capacité plus élevée, et qui pourrait coopérer avec une antenne monospire. Mais dans ce cas de tels condensateurs sont chers, encombrant et réduisent à néant les efforts de réduction des coûts.

L'invention a pour objet de résoudre les problèmes cités et permet de fabriquer des antennes planaires à bas coût et en grand volume en tenant 25 compte des contraintes techniques futures imposées par les fabricants de puce. Selon l'invention il est possible de proposer sur un même support une antenne comportant de préférence une spire unique, cette antenne étant connectée à un condensateur de forte capacité. La capacité d'un condensateur plan se déduit de l'équation suivante:

30
$$C = \epsilon_0 * \epsilon_r * S / e \quad \text{où}$$

C est la valeur de la capacité,

ϵ_0 correspond à la permittivité diélectrique du vide ($8,854 \cdot 10^{12} \text{ F/m}$),

ϵ_r correspond à la permittivité relative du diélectrique,

S correspond à la surface des électrodes en vis-à-vis l'une de l'autre, et

35 e correspond à l'épaisseur du diélectrique.

Dans l'invention, on obtient un condensateur à capacité élevée en jouant principalement sur la valeur de l'épaisseur de diélectrique qui est disposée entre les deux plaques conductrices. Pour obtenir le résultat de l'invention, le condensateur est imprimé par héliogravure sur le support présentant également l'antenne. En effet, par la technique de l'héliogravure, on obtient le dépôt de couche de très faible épaisseur. Le condensateur est obtenu par dépôt d'au moins trois couches superposées et successives, telles qu'une première couche conductrice, recouverte d'une deuxième couche isolante, et enfin elle-même recouverte d'une troisième couche conductrice. Par exemple, l'antenne peut -elle-même être imprimée par héliogravure à cette occasion, le design de l'antenne étant finalisé avec les deux couches conductrices.

L'héliogravure est une technique dérivée de la taille-douce. Les éléments imprimants sont en creux. Les zones imprimantes sont gravées sur un cylindre d'acier recouvert de cuivre et chromé. On peut utiliser des solutions chimiques pour graver le cuivre. Il existe aussi des machines qui gravent mécaniquement les cylindres à l'aide d'une pointe en diamant à partir d'un balayage électronique d'une photographie à reproduire. Enfin une autre méthode de préparation des cylindres d'impression utilise un laser pour la gravure. Lors de l'impression, l'encre remplit les alvéoles du cylindre; une racle enlève l'excès d'encre et le support est ensuite pressé contre la forme imprimante pour réaliser le tirage. L'impression qui en résulte est d'une grande qualité et est parfaitement reproductible. L'héliogravure utilise des encres fluides contenant des solvants volatils. Même pour des dépôts de faible épaisseur, on obtient un dépôt couvrant de manière homogène toute la surface à imprimer.

Les avantages liés à ce procédé permettent de garantir une géométrie constante du condensateur plan. Du fait que ce condensateur a une capacité élevée, une antenne même monospire est accordée à la résonance. Par conséquent le condensateur et la puce peuvent être très facilement reliés à l'antenne monospire. La résistance électrique globale de l'antenne monospire est inférieure à la résistance d'une spirale classique. Cela permet d'envisager dans une variante, un dépôt de cuivre électrolytique à grande vitesse avec une épaisseur constante et maîtrisée, au dessus de chacune des zones présentant une portion de couche conductrice.

Ainsi, le procédé inventif permet de réduire très sensiblement le prix du transpondeur en jouant à la fois sur le coût direct de fabrication de l'antenne et sur la simplification du micropackaging de la puce.

L'invention a pour objet une antenne de couplage comportant au moins une spire présentée sur un support, et reliée à un condensateur présenté sur ce même support, le condensateur étant monté en parallèle sur deux plots de l'antenne, caractérisée en ce que l'antenne et le condensateur sont imprimés par héliogravure sur le même support.

L'invention a également pour objet un procédé de réalisation d'une antenne comportant au moins une spire reliée à un condensateur, l'antenne et le condensateur étant présentés sur un même support isolant caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes:

- réaliser une première impression par héliogravure avec une encre conductrice pour obtenir une spire ouverte de l'antenne, une électrode inférieure du condensateur, et une liaison entre un premier plot de l'antenne et l'électrode inférieure,

- réaliser une deuxième impression par héliogravure avec une encre diélectrique pour recouvrir l'électrode inférieure d'une couche isolante,

- réaliser une troisième impression par héliogravure avec une encre conductrice pour obtenir une électrode supérieure du condensateur recouvrant la couche isolante, et pour obtenir une liaison entre un deuxième plot de l'antenne et l'électrode supérieure.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent. Celles ci ne sont présentées qu'à titre indicatif et nullement limitatif de l'invention. Les figures montrent :

Figure 1a : une vue de dessus d'un support après une première étape du procédé selon l'invention,

Figure 1b : une vue de dessus d'un support après une deuxième étape du procédé selon l'invention,

Figure 1c : une vue de dessus d'un support après une troisième étape du procédé selon l'invention,

Figure 1d : une vue de dessus d'un support après une dernière étape facultative du procédé selon l'invention,

Figure 2 : une vue d'ensemble d'une antenne selon l'invention coopérant avec un dispositif de lecture.

La Figure 2 montre un dispositif nomade 1 prévu pour échanger des signaux radioélectriques avec un dispositif de lecture 2. Le dispositif nomade 1 est un transpondeur comportant un microcircuit électronique 3, ou puce 3, et une antenne 4. Par exemple, la puce 3 et l'antenne 4 sont présentées sur 5 un substrat isolant 5. Ce substrat 5 peut par exemple présenter les formes d'une carte à puce standardisée au format ISO. La puce 3 est connectée à l'antenne 4, et est alimentée par le courant induit produit par le champ électro-magnétique émis et reçu dans l'antenne 4.

Le dispositif de lecture 2 comporte une deuxième antenne 6 pour 10 émettre et recevoir des signaux en direction du dispositif nomade 1. Par ailleurs le dispositif 2 comporte un coupleur 7 relié à la deuxième antenne 6, ce coupleur 7 étant par ailleurs relié à une unité 8 de traitement et de gestion des données échangées. L'unité 8 est par exemple un ordinateur.

L'antenne 4 comporte selon l'invention, comme représenté sur les 15 figures 1a, 1b, 1c et 1d, au moins une spire 9 et un condensateur 10 monté en parallèle de la spire 9. La spire 9 et le condensateur 10 sont présentés sur un support 11. Le support 11 est isolant et peut par exemple se présenter sous la forme d'un film mince flexible. Par exemple, le substrat 11 est de type polyéthylène (PE), polyester (PET), polychlorure de vinyle (PVC), 20 polycarbonate (PC), acrylonitrile-butadiène-styrène (ABS), verre-époxy, polyimide, papier, etc.

La spire 9 comporte un premier plot 12 et un deuxième plot 13 auxquels le condensateur 10 et la puce 3 seront connectés.

Au cours d'une première étape du procédé de réalisation selon 25 l'invention de l'antenne 4, on dispose le support 11 sous un premier cylindre d'héliogravure alimenté en encre électroconductrice. On réalise ainsi un premier motif dessinant la spire 9, une électrode inférieure 14 du condensateur 10, et une liaison 15 entre le premier plot 12 et l'électrode inférieure 14. Le deuxième plot 13 est déjà apparent dès le dépôt de la première couche d'encre conductrice. Par exemple, l'épaisseur du dépôt 30 d'encre, une fois séchée, est de l'ordre de 2 à 4 micromètres.

Pour former le condensateur 10, on dépose une deuxième couche 16 avec un matériau diélectrique au dessus de l'électrode inférieure 14. Selon l'invention, cette deuxième couche 16 est déposée par héliogravure au moyen d'un deuxième cylindre alimenté avec une encre aux propriétés 35

isolantes. De préférence cette deuxième couche est obtenu suite à un double passage sous deux cylindres tels que le deuxième cylindre. Ainsi la couche de diélectrique 16 est obtenu par deux couches superposées d'encre isolante. Avec une telle double épaisseur des couches isolantes, on évite les 5 problèmes de porosité dans le diélectrique séparant l'électrode inférieure 14 de l'électrode supérieure 17.

Typiquement, l'épaisseur de la couche isolante 16 est inférieure à 10 micromètres, et varie de préférence entre 5 et 10 micromètres, cette couche 16 étant obtenue de préférence en deux couches successives afin de limiter 10 les porosités génératrices de fuites de courant. La couche de diélectrique est homogène, et ne comporte pas de pores dans lesquels des impuretés pourraient se loger.

Avec la technologie de l'héliogravure, et l'encre spécifique utilisée, la couche 16 peut dans une variante être obtenue en un seul passage sous le 15 deuxième cylindre.

Ensuite, pour finir le condensateur 10, comme présenté Figure 1c, on dépose une troisième couche, pour former l'électrode supérieure 17, et également une liaison 18 entre cette électrode supérieure 17 et le deuxième plot 13. Cette troisième couche est imprimée par héliogravure en utilisant 20 une encre conductrice. Dans ce cas, on utilise de préférence une machine quatre couleurs présentant les quatre cylindres au sein d'une même ligne.

De préférence on utilise la même encre conductrice pour réaliser la première couche et la troisième couche. L'encre utilisée dans l'invention présente une très faible résistance électrique, elle comporte du cuivre, de 25 l'argent, de l'or, du palladium, de l'étain ou des alliages de ceux-ci ainsi que des polymères conducteurs. L'encre conductrice de l'électricité doit être préparée, du point de vue de sa viscosité et du point de vue d'autres propriétés physico-chimiques, de manière qu'elle convienne pour l'héliogravure.

30 L'encre choisie est par exemple une encre électroconductrice chargée de métal. Dans ce cas le métal est principalement de l'argent, et il est présenté sous la forme de paillettes formant des micro plaques. Ces micro plaques sont de préférence de très faible épaisseur (1 à 2 µm) et d'une longueur comprise entre 2 et 5 µm. La proportion de ces charges métalliques 35 est compris entre 50% et 80% de la masse solide de l'encre. De préférence,

la proportion des charges métalliques est de 70%, pour garantir une forte conductivité de l'encre ainsi formée. L'encre à forte conductivité est en contrepartie de faible résistivité, ce qui facilite l'étape suivante de métallisation.

5 Dans une variante, l'encre peut comporter des polymères organiques conducteurs. L'avantage de ces polymères est qu'ils sont formulés dans une phase solvant ou aqueuse qui permet ainsi d'ajuster les propriétés rhéologiques de l'encre obtenue, pour la rendre notamment compatible avec le procédé d'héliogravure. Un autre avantage vient du fait que dans cette
10 variante, l'encre ne comporte pas de charges métalliques, ce qui contribue à une baisse de coût à grande échelle, et ce qui facilite l'obtention d'une encre homogène permettant de fiabiliser le procédé de fabrication.

Au cours d'une dernière étape, on peut par exemple déposer une couche métallique 19 pour recouvrir toutes les portions présentant de l'encre
15 conductrice que ce soit du premier passage ou du troisième passage. Cette couche métallique peut être déposée par cuivrage électrolytique. L'épaisseur de cuivre déposée est de l'ordre de 5 micromètres et recouvre la spire 9, les plots 12 et 13 les liaisons 15 et 18, et également la face supérieure 17 de l'électrode supérieure du condensateur 10.

20 De préférence, pour accorder l'antenne 4 avec la puce 3, à la fréquence de 13,56 MHz, on choisit une spire 9 de largeur 500 µm telle qu'elle présente une inductance de 270 nH. Ensuite en fonction de la capacité interne de la puce 3, on détermine la capacité du condensateur plan externe 10 qu'il faut prévoir sur le support 11. Par exemple, dans le cas où la
25 capacité de la puce 3 est de 97 pF, sachant qu'on peut obtenir de manière fiable une épaisseur de 8 micromètres pour le diélectrique, on choisit un diamètre des électrodes égal à 11,8 millimètres. Dans une variante, si la capacité de la puce 3 est de 25 pF, alors il est nécessaire que le condensateur plan 10 présente une capacité de 485 pF, et à cet effet,
30 lorsqu'on a une épaisseur de diélectrique de 8 millimètres, on prévoit une surface de condensateur telle que le diamètre vaut 12,8 millimètres.

Dans une variante, dans l'invention, notamment si une seule couche de diélectrique 16 suffit, alors l'épaisseur étant moindre on peut prévoir des modèles d'antennes pour étiquettes électroniques avec des condensateurs
35 10 de très faible encombrement.

REVENDICATIONS

1 – Antenne (4) de couplage comportant au moins une spire (9) présentée sur un support (11), et reliée à un condensateur (10) présenté sur 5 ce même support, le condensateur étant monté en parallèle sur deux plots (12, 13) de l'antenne, caractérisée en ce que l'antenne et le condensateur sont imprimés par héliogravure sur le même support.

2 – Antenne selon la revendication 1 caractérisée en ce que l'antenne comporte une unique spire et est accordée pour l'émission et la réception 10 d'une onde porteuse à moyenne fréquence.

3 – Antenne selon l'une des revendications 1 à 2 caractérisée en ce que l'antenne est accordée pour une fréquence aux alentours de 13,56 MHz.

4 – Antenne selon l'une des revendications 1 à 3 caractérisée en ce qu'une épaisseur d'isolant entre deux électrodes du condensateur plan est 15 inférieure à 10 micromètres.

5 – Antenne selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisée en ce qu'elle est connectée à une puce électronique (3).

6 – Procédé de réalisation d'une antenne comportant au moins une spire (9) reliée à un condensateur (10), l'antenne et le condensateur étant 20 présentés sur un même support isolant (11) caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes:

- réaliser une première impression par héliogravure d'une encre conductrice pour obtenir une spire ouverte de l'antenne, une électrode inférieure (14) du condensateur, et une liaison (15) entre un premier plot (12) de l'antenne et l'électrode inférieure,

- réaliser une deuxième impression par héliogravure d'une encre diélectrique pour recouvrir l'électrode inférieure d'une couche isolante (16),

- réaliser une troisième impression par héliogravure d'une encre conductrice pour obtenir une électrode supérieure (17) du condensateur 30 recouvrant la couche isolante, et pour obtenir une liaison (18) entre un deuxième plot (13) de l'antenne et l'électrode supérieure.

7 – Procédé selon la revendication 6 caractérisé en ce que la couche isolante est obtenue par le dépôt successif de deux couches d'encre diélectrique imprimées par héliogravure.

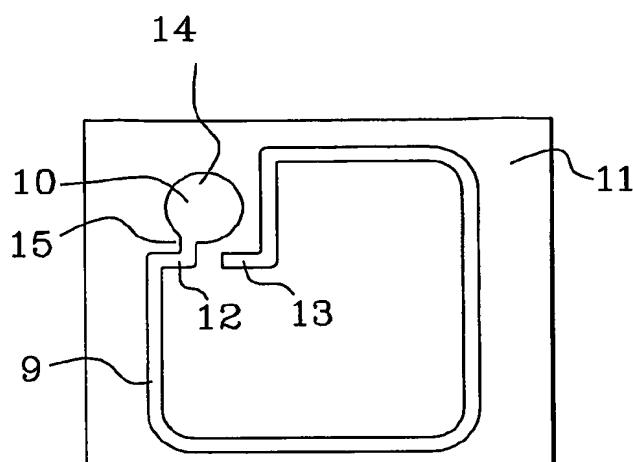
35 8 – Procédé selon l'une des revendications 6 à 7 caractérisé en ce

qu'il comporte une étape finale consistant à

- déposer une couche métallisée (19) par électrolyse sur les couches apparentes d'encre conductrice, à savoir la spire ouverte de l'antenne, la liaison entre le premier plot de l'antenne et l'électrode inférieure, l'électrode supérieure, et la liaison entre le deuxième plot de l'antenne et cette électrode supérieure.

5 9 – Procédé selon l'une des revendications 6 à 8 caractérisé en ce qu'on détermine la surface du condensateur à imprimer par héliogravure en fonction de l'épaisseur de la couche de diélectrique qui peut être déposée
10 lors de la deuxième impression.

10 10 – Procédé selon l'une des revendications 6 à 9 caractérisé en ce qu'on connecte directement les deux plots de l'antenne à une puce (3) électronique avec laquelle l'antenne coopère.



4

Fig. 1a

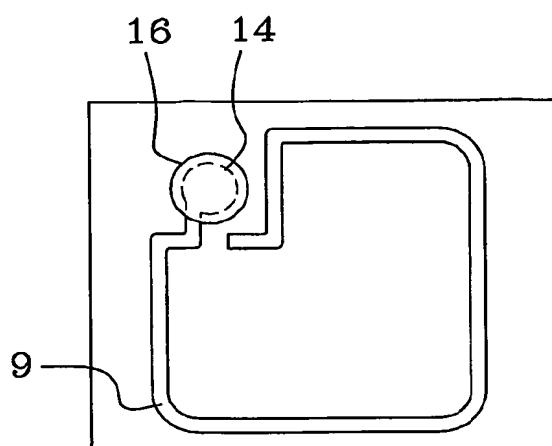


Fig. 1b

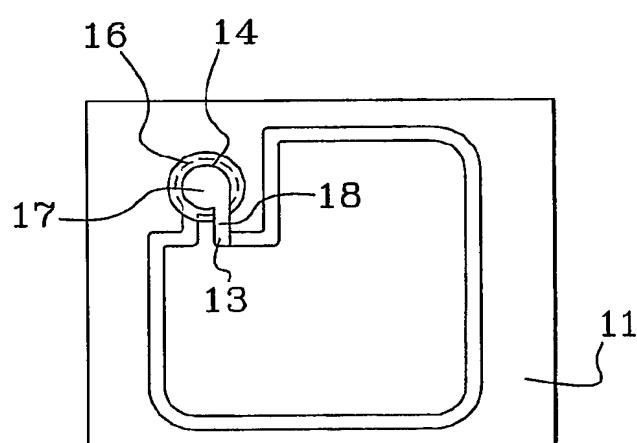


Fig. 1c

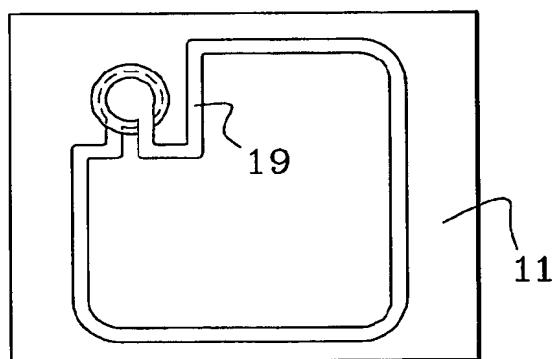


Fig. 1d

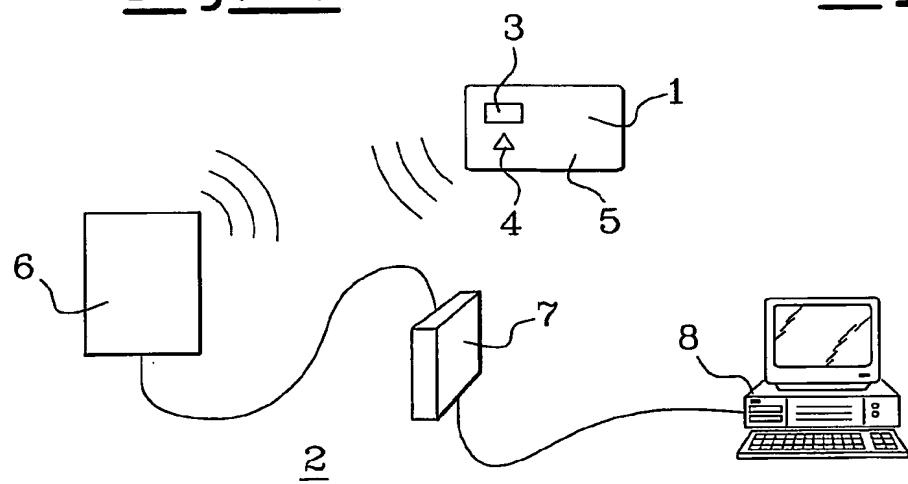


Fig. 2